

АБСОРБЦИЯ  $\text{Fe}^{59}$  В КИШЕЧНИКЕ ЦЫПЛЯТ  
ПРИ КОКЦИДИОЗЕ, ВЫЗВАННОМ *EIMERIA TENELLA*

А. Е. Хованских, М. В. Крылов и И. С. Лудинова

Всесоюзный научно-исследовательский институт по болезням птиц,  
Ленинград

У цыплят, переболевших кокцидиозом, усиливается абсорбция  $\text{Fe}^{59}$  в тонком отделе кишечника. Значительное увеличение концентрации радио железа установлено в тонком отделе кишечника, селезенке и особенно костном мозге. Повышенная потребность цыплят в железе обусловлена интенсивно развивающейся на фоне кокцидиоза анемией. В слепых отростках (место развития эндогенных стадий *E. tenella*) удельная активность  $\text{Fe}^{59}$  уменьшается, что может быть объяснено интенсивными деструктивными процессами, протекающими в этом отделе кишечника.

Кокцидиозы наносят большой экономический ущерб животноводству. Для разработки эффективных методов профилактики и лечения кокцидиозов необходимо знание биохимических изменений, происходящих в организме животных при кокцидиозах. Раскрытие особенностей биохимических процессов требует применения современных биохимических и радиоизотопных методов исследований. Результаты подобных работ представляют большой интерес для расшифровки жизнедеятельности паразита и рационализации методов борьбы с кокцидиозами.

Имеются данные об изменении содержания общего белка и белковых фракций в сыворотке крови у кроликов Данлэп (Dunlap et al., 1959), у цыплят Мартинович и Сенюв (Martynowicz and Seniow, 1956, 1957), Мачинский и Орехов (1968), Халиков (1968), Мусаев и Елчиев (1970). Количественные сдвиги содержания азота в печени у цыплят при кокцидиозе обнаружила в своих исследованиях Суркова (1971, 1972), изменение свободных аминокислот в цельной крови больных кокцидиозом цыплят установили Елчиев (1971), Мачинский и Орехов (1971), изменение активности кишечных фосфатаз отмечено в работах Рэя и Гила (Ray and Gill, 1954), Гила и Рея (Gill and Ray, 1954), Бейер (1963), Качановой (1970), Мусаева и Сурковой (1972), Сурковой (1972). Выявлено изменение содержания холестерина в сыворотке крови при экспериментальных кокцидиозах цыплят (Ибрагимова, 1971). Нарушение в обмене микроэлементов железа и цинка в различных органах и тканях цыплят при кокцидиозе, вызванном *E. tenella*, установлено нами с применением радиоактивных изотопов  $\text{Fe}^{59}$  и  $\text{Zn}^{65}$  (Хованских с соавторами, 1972; Хованских с соавторами, 1973).

Изучение содержания микроэлементов в различных органах и тканях млекопитающих и птиц при кокцидиозах представляет практический и теоретический интерес. Установлено, что 66% общего количества железа организма птиц связано с гемоглобином эритроцитов, 20% — с миоглобином мышц, 7—10% — с белком ферритином и остальное количество входит в состав трансферрина и цитохромов. Известно, что гемоглобин является переносчиком кислорода, ферритин — включает запасное железо, трансферрин — транспортирует железо к тканям и эритроцитам, цитохромы участвуют в передаче электронов в дыхательной цепи. Коли-

чество железа, входящего в состав цитохромов, ничтожно и составляет несколько тысячных процента от общего его количества. Однако значение его в обменных процессах исключительно велико и все другие железосодержащие соединения в организме служат для правильного функционирования этих ферментов. Железо входит в состав флавиновых ферментов — сукцинатдегидрогеназы и ксантиноксидазы. Эти ферменты участвуют в превращении трехвалентного железа ферритина в растворимую двухвалентную форму.

Процесс всасывания железа из желудочно-кишечного тракта сложен. Клеточная мембрана практически непроницаема для свободных ионов железа. В клетках слизистой кишечника происходит образование металлобелкового комплекса — ферритина, в котором железо находится в трехвалентной форме. Затем перед проникновением в кровяное русло железо отделяется от ферритина, переходит в двухвалентную форму и проходит через клеточную мембрану кишечной стенки. Опыты с применением  $\text{Fe}^{59}$  показали, что уровень абсорбции железа регулирует слизистая оболочка кишечника. При насыщении ее железом наступает блокада слизистой и абсорбция прекращается. По мнению Картрайта (Cartwright, 1947), Мура (Moore, 1947), главным фактором, определяющим интенсивность всасывания, является истощение запасов железа в тканях, при котором абсорбция железа повышается.

Установлено, что в процессе паразитирования кокцидий *E. tenella* происходит повреждение стенок слепых отростков кишечника. Пораженными оказываются слизистая оболочка и более глубокие слои стенки кишечника.

Учитывая важное значение железа в организме и отсутствие данных о его всасывании при кокцидиозах, в задачу наших исследований входило изучение абсорбции  $\text{Fe}^{59}$  в кишечнике цыплят и его распределение в организме при экспериментальном кокцидиозе, вызванном *E. tenella*.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Изучение абсорбции  $\text{Fe}^{59}$  в кишечнике цыплят и его распределение в организме проводили на 96 цыплятах 14-дневного возраста породы «русская белая» кросс линий А и С методом меченых атомов. Цыплят разделили на две группы. Одну группу цыплят заразили 10 тыс. ооцист *E. tenella*, другую, контрольную, заражению не подвергали.

Обеим группам цыплят перорально ввели радиоактивное железо в дозе 5 мкюри на 100 г живого веса за один час до убоя.

Через 1, 2, 4, 6, 10 и 15 суток после заражения цыплят убивали. От 8 цыплят из подопытной и контрольной групп для исследования брали печень, селезенку, костный мозг, почки, верхнюю, среднюю, нижнюю части тонкого отдела кишечника и слепые отростки. Извлеченные органы отмывали от остатков крови в физиологическом растворе, подсушивали фильтровальной бумагой и определяли их вес.

Радиоактивность проб измеряли на сцинтилляционном гамма-спектрометре, состоявшем из монокристалла  $\text{NaJ(Tl)}$  с «колодцем», что создавало 4-π геометрию счета, ФЭУ-93, предусилителя, усилителя-дискриминатора и пересчетного прибора ПП-15. Полистероловую пробирку с исследуемой пробой помещали в «колодец» монокристалла  $\text{NaJ(Tl)}$ , который устанавливали на приемное окно фотокаода ФЭУ-93.

Расчет активности вели на один грамм свежей ткани в имп./мин., учитывая при этом поправки на радиоактивный распад и эффективность счета. Полученные данные статистически обработаны по общепринятой методике.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При заражении *E. tenella* в кишечнике хозяина происходит нарушение абсорбции радиожелеза (табл. 1). В первые 24 часа после заражения цыплят (после внедрения спорозоитов в клетки слизистой оболочки

Т а б л и ц а   1  
Абсорбция Fe<sup>59</sup> в кишечнике цыплят при кокцидиозе, вызванном *Eimeria tenella*  
(в % от введенного количества на грамм сырого веса)

Отдел пищеварительного канала	Статистические показатели	Время после заражения цыплят, сутки											
		1		2		4		6		10		12	
		опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Верхняя часть тонкого отдела кишечника	М	5.74	3.84	5.87	3.59	5.55	3.51	9.00	3.6	6.45	3.87	7.02	3.61
			>0.05		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01
Средняя часть тонкого отдела кишечника	Р	4.24	2.11	7.14	2.41	7.32	2.31	10.73	2.25	7.45	2.43	5.11	2.60
	М		<0.05		<0.01		<0.001		<0.001		<0.001		<0.05
Нижняя часть тонкого отдела кишечника	Р	1.46	0.99	3.32	1.08	6.51	1.16	4.32	1.17	3.40	1.19	2.52	1.16
	М		<0.05		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01
Слепые отростки	Р	1.50	1.68	1.89	1.71	1.12	1.80	0.96	2.02	1.67	1.98	2.01	2.04
			>0.05		>0.05		<0.05		<0.01		>0.05		>0.05

П р и м е ч а н и е. М — средняя арифметическая, Р — статистическая достоверность различий.

Т а б л и ц а   2  
Концентрация Fe<sup>59</sup> в органах и тканях цыплят при кокцидиозе, вызванном *Eimeria tenella*  
(в % от введенного количества на грамм сырого веса)

Органы и ткани	Стат. показатели	Время после заражения цыплят в сутках											
		1		2		4		6		10		15	
		опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Печень	М	2.06	1.56	2.08	1.66	2.19	1.75	3.50	1.73	4.87	1.61	6.86	1.71
	Р		>0.05		>0.05		>0.05		<0.001		<0.001		<0.05
Селезенка	М	1.06	2.08	4.19	2.15	3.67	2.17	4.59	2.16	3.29	2.18	2.28	2.25
	Р		<0.001		<0.001		<0.05		<0.05		<0.05		>0.05
Костный мозг	М	1.96	1.66	35.01	1.71	17.08	1.66	61.40	1.91	35.01	1.81	20.56	1.76
	Р		>0.05		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001
	М	2.70	2.97	5.13	2.88	6.71	3.11	4.66	3.26	4.38	3.12	4.50	3.22
	Р		>0.05		<0.01		<0.02		<0.02		>0.05		>0.05

П р и м е ч а н и е. М — средняя арифметическая; Р — статистическая достоверность различий.

слепых отростков и роста трофозоитов) происходит увеличение абсорбции  $\text{Fe}^{59}$  в средней и нижней части тонкого отдела кишечника соответственно в 2.0 и 1.4 раза ( $P < 0.05$ ). В верхней части тонкого отдела кишечника и слепых отростках различия в концентрации радио железа между опытной и контрольной группами были недостоверны ( $P > 0.05$ ).

Через 2 суток после заражения цыплят в период развития шизонтов первой генерации выявлено увеличение абсорбции радио железа в верхней — 1.6, средней — 3.0 и нижней 3.0 раза частях тонкого отдела кишечника ( $P < 0.01$ ). Различия в концентрации  $\text{Fe}^{59}$  в слепых отростках между опытной и контрольной группами цыплят продолжали оставаться недостоверными ( $P > 0.05$ ).

Через 4 суток после заражения в период развития шизонтов второй генерации наблюдалось увеличение абсорбции  $\text{Fe}^{59}$  в верхней — 1.6, средней — 3.1 и нижней — 5.6 раза частях тонкого отдела кишечника ( $P < 0.01-0.001$ ) и достоверное понижение концентрации  $\text{Fe}^{59}$  в слепых отростках — 1.6 раза ( $P < 0.05$ ). Через 6 суток после заражения происходило увеличение концентрации радио железа в верхней — 2.5, средней — 4.6 и нижней — 3.7 раза частях тонкого отдела кишечника ( $P < 0.01-0.001$ ) и понижение в слепых отростках — 2.1 раза ( $P < 0.01$ ). Достоверное различие концентрации радио железа в тонком отделе кишечника сохраняется на 10-е и 15-е сутки после начала опыта ( $P < 0.01-0.05$ ).

С целью более конкретного представления о распределении  $\text{Fe}^{59}$  в организме больных цыплят была изучена концентрация радио железа в органах и тканях, играющих ведущую роль в метаболизме железа.

В организме больных кокцидиозом цыплят происходят значительные сдвиги в содержании железа (табл. 2).

Так, в печени отмечено достоверное увеличение концентрации радио железа на 6-е, 10-е и 15-е сутки после заражения ( $P < 0.05-0.01$ ), в почках увеличение концентрации  $\text{Fe}^{59}$  было установлено на 2-е, 4-е и 6-е сутки после заражения ( $P < 0.02-0.01$ ). Подобная закономерность была отмечена в изменении концентрации радио железа в селезенке подопытных цыплят, но эти изменения отмечались уже через 24 часа после заражения цыплят и сохранялись по 10-й день включительно ( $P < 0.01-0.05$ ).

Наиболее выраженные изменения в концентрации радио железа у больных цыплят были отмечены в костном мозге. Уже на 2-е сутки после заражения цыплят наблюдалось увеличение концентрации  $\text{Fe}^{59}$  в костном мозге — 20.4 раза, 4-е сутки — 10.2, 6-е сутки — 32.1, 10-е сутки — 19.3 и 15-е сутки — 11.6 раза ( $P < 0.001$ ).

Таким образом, у больных кокцидиозом цыплят происходят значительные изменения в концентрации радио железа в органах и тканях. Максимальная абсорбция  $\text{Fe}^{59}$  в тонком отделе кишечника происходит на 6-е сутки после заражения. Пик подъема концентрации радио железа в селезенке и костном мозге также приходится на 6-е сутки. Это совпало с периодом наибольшей тяжести болезни и временем четкого проявления типичных клинических признаков кокцидиоза. Кроме того, в это же время установлено значительное уменьшение концентрации радио железа в слепых отростках. С исчезновением видимых клинических признаков болезни концентрация  $\text{Fe}^{59}$  постепенно приближалась к уровню контрольных цыплят. Однако в печени концентрация радио железа продолжала увеличиваться и на 15-е сутки после заражения была в 4<sup>я</sup> раза выше, чем у контрольных цыплят ( $P < 0.05$ ). Следовательно, степень колебаний уровня радио железа в организме цыплят находится в тесной взаимосвязи со степенью тяжести течения болезни, оказывая существенное влияние на проявление функциональной деятельности организма.

Резюмируя изложенное, можно заключить, что активная абсорбция  $\text{Fe}^{59}$  в тонком отделе кишечника указывает на дефицит железа в больном организме. Понижение включения  $\text{Fe}^{59}$  в слепые отростки связано с поражением стенок кишечника. Значительное увеличение включения радио железа в костный мозг является показателем интенсивного эритро-

поэза. Увеличение этого показателя у больных цыплят обусловлено повышенной потребностью в железе при сохранении способности костного мозга продуцировать жизнеспособные эритроциты. Повышение концентрации  $\text{Fe}^{59}$  обнаружено в печени и селезенке. Эти органы содержат запас эндогенного железа, который стойко удерживается в них. При наличии глубокой анемии у больных животных имеющийся резерв железа представляет как бы «неприкосновенный запас».

Известно также, что обмен железа у человека и животных имеет свое отличительное своеобразие, сущность которого заключается в том, что организм не выделяет железо. Количество его, поступившее в организм, там и остается. Следовательно, обмен железа регулируется не равновесием между выделением и поступлением, а тем, что всасывание его соответствует потребностям организма. Если нет потребности, то железо питательных веществ целиком выделяется перистальтикой и всасывания не происходит.

### ВЫВОДЫ

1. Концентрация радио железа в органах и тканях больных кокцидиозом цыплят значительно изменяется в динамике патологического процесса.
2. Результаты проведенных исследований показывают, что при кокцидиозе цыплят, вызванном *E. tenella*, происходит интенсивная абсорбция  $\text{Fe}^{59}$  в тонком отделе кишечника и костном мозге.
3. Усиление процесса абсорбции  $\text{Fe}^{59}$  в тонком отделе кишечника у больных кокцидиозом цыплят является одним из достоверных признаков дефицита железа в организме.
4. В период максимального проявления клинических признаков заболевания отмечено понижение концентрации радио железа в слепых отростках.
5. Результаты исследований могут служить обоснованием целесообразности применения железосодержащих соединений в комплексе с кокцидиостатиками при лечении кокцидиозов.

### Литература

- Бейер Т. В. 1963. Цитохимическое исследование кишечных кокцидий кролика при разных условиях их существования в хозяине. Автореф. канд. дисс., Л.
- Елчиев Я. Я. 1971. Белки и свободные аминокислоты сыворотки крови цыплят при экспериментальных кокцидиозах (*E. tenella* и *E. mitis*). Матер. первого съезда всесоюзного общества протозоол., изд. «Элм», Баку : 210—211.
- Ибрагимова Г. Г. 1971. Изменение холестерина в сыворотке крови цыплят при экспериментальных кокцидиозах (*E. tenella* и *E. mitis*). Матер. первого съезда всесоюз. общества протозоол., изд. «Элм», Баку : 212—213.
- Качанова С. П. 1970. Щелочная фосфатаза в жизненном цикле *E. tenella*. Тр. Московск. вет. акад., 54 : 171—173.
- Мачинский А. П. и Орехов В. С. 1968. Динамика общего белка и белковых фракций сыворотки крови цыплят при экспериментальном кокцидиозе. Уч. зап. Морд. гос. ун-в., 75 (1) : 68—83.
- Мачинский А. П. и Орехов В. С. 1971. Динамика свободных аминокислот в цельной крови при кокцидиозах цыплят. Матер. первого съезда всесоюз. общества протозоол., изд. «Элм», Баку : 327—328.
- Мусаев М. А. и Елчиев Я. Я. 1970. Изменение белкового состава сыворотки крови цыплят при экспериментальных кокцидиозах (*E. tenella*, *E. mitis*). Паразитол., 4 (5) : 494—500.
- Мусаев М. А. и Суркова А. М. 1972. Изменение активности кишечных фосфатаз при экспериментальных кокцидиозах цыплят (*E. tenella*, *E. mitis*). Паразитол., 6 (1) : 11—15.
- Сукова А. М. 1971. Изменение количества аминного азота в печени цыплят при экспериментальном кокцидиозе. Изв. АН АзССР, сер. биол., 1 : 102—106.
- Сукова А. М. 1972. Изменение содержания общего остаточного и белкового азота в печени цыплят при экспериментальном кокцидиозе. Паразитол., 6 (2) : 171—176.
- Сукова А. М. 1972. Изменение активности кишечных фосфатаз и некоторых азотистых компонентов ткани печени цыплят при экспериментальных кокцидиозах (*E. tenella*, *E. mitis*). Автореф. канд. дисс., Баку.

- Халиков Ф. Р. 1968. Динамика общего белка и белковых фракций сыворотки крови при кокцидиозе цыплят. Матер. 43-й научн. конф. аспирантов и студентов Московск. вет. акад., М.: 72—74.
- Хованских А. Е., Крылов М. В. и Крылов В. Ф. 1972. Обмен  $Zn^{65}$  в организме цыплят при кокцидиозе, вызванном *E. tenella*. Паразитол., 6 (1): 8—10.
- Хованских А. Е., Крылов М. В., Лудинова И. С. и Тальдрик А. А. 1973. Включение железа-59 в различные органы и ткани цыплят при экспериментальном кокцидиозе, вызванном *E. tenella*. Тр. ВНИТИП, 37: 284—288.
- Cartwright G. 1947. Dietary factors concerned in erythropoiesis. Blood, 2 (3): 256—299.
- Dunlap I. S., Diskson W. M. and Johnson V. I. 1959. Ionographic studies of rabbits infected with *Eimeria Stiedae*. Amer. J. Veterin. Res., 20 (76): 289—291.
- Gill B. S. and Ray H. N. 1954. Phosphatase and their significance in *Eimeria tenella* Railliet et Lucet, 1891. Indian J. Veterin. Sci. Animal Husbandry, 24: 239—244.
- Martynowicz T. and Seniov A. 1956. Protein spectre in the course of *E. tenella* superinvasion in Chickens. Zool. Polon., 7 (2): 209—217.
- Martynowicz T. and Seniov A. 1957. Protein spectre of Chickens in the course of *E. tenella* experimental invasion. Zool. Polon., 7 (4): 455—464.
- Moore C. 1947. Iron metabolism and hypochromic anemia. Simposia on nutrition of the Robert Goud Research Foundation. v. 1. Nutritional anemia. Cincinnati, Ohio, october 16—18: 117—144.
- Ray H. N. and Gill B. S. 1954. Preliminary observations on alkaline phosphatase in experimental *Eimeria tenella* infection on chicks. Ann. Trop. Med. and Parasitol., 48 (1): 8—10.

---

#### THE ABSORPTION OF $Fe^{59}$ IN THE INTESTINE OF CHICKENS DURING COCCIDIOSIS CAUSED BY *EIMERIA TENELLA*

A. E. Khovanskikh, M. V. Krylov and I. S. Ludinova

#### S U M M A R Y

In chickens having had coccidiosis the absorption of  $Fe^{59}$  in the thin part of the intestine noticeably increases. A considerable rise in the concentration of  $Fe^{59}$  was observed in the thin part of the intestine, spleen and especially in the bone marrow. A heightened need of chickens for Fe is resulting from anemia intensively developing on a background of coccidiosis. In blind appendages (the place of the development of *E. tenella* endogenic stages) the specific activity of  $Fe^{59}$  decreases that can be explained by intensive destructive processes in this part of the intestine.

---